

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

# Offenlegungsschrift

⑪ DE 31 48 430 A 1

⑯ Int. Cl. 3:  
G 01 S 17/06

G 01 S 17/58  
F 41 J 5/02

⑯ Aktenzeichen: P 31 48 430.1-35

⑯ Anmeldetag: 8. 12. 81

⑯ Offenlegungstag: 16. 6. 83

⑯ Anmelder

Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, 8000 München, DE

⑯ Erfinder:

Held, Manfred, Dipl.-Phys. Dr., 8899 Aresing, DE; Spies, Hans, 8068 Pfaffenhofen, DE

Berördeleigentum

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Einrichtung zur Bestimmung und Registrierung der Raumkoordinaten eines freifliegenden Geschosses oder Flugkörpers

DE 31 48 430 A 1

MESSERSCHMITT-BÖLKOW-BLOHM  
GESELLSCHAFT  
MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG  
MÜNCHEN

Ottobrunn, 23.11.1981  
BT01 Mn/le  
9121

Einrichtung zur Bestimmung und Registrierung der Raumkoordinaten eines freifliegenden Geschosses oder Flugkörpers

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Einrichtung zur Bestimmung und Registrierung der Raumkoordinaten eines freifliegenden Geschosses oder Flugkörpers im Durchschußfeld einer immateriellen Treffbildscheibe (T) mittels eines in der Ebene der Treffbildscheibe angeordneten optoelektrischen Meßsystems, welches mindestens eine das Durchschußfeld von mindestens einer Seite her ausleuchtende Strahlungsquelle (13,15;34) und mindestens zwei das Durchschußfeld aus unterschiedlichen Richtungen erfassende Strahlungsempfänger (14,16; 24,27) aufweist, die einen vorbekannten Abstand (A) von einander aufweisen und die die von einem das Durchschußfeld durchfliegenden Geschoss oder Flugkörper (35,36) reflektierte Strahlung der Strahlungsquelle(n) empfangen, dadurch gekennzeichnet,
  - a) daß die Strahlungsquelle bzw. Strahlungsquellen (13, 15;34) impulsweise einen die Treffbildscheibe darstellenden Lichtvorgang erzeugt bzw. erzeugen, dessen Dicke senkrecht zur Vorhangebene geringer ist als die Geschoss- oder Flugkörperlänge und

5

b) daß die Impulslaufzeiten der vom Geschoß oder Flugkörper reflektierten Strahlung zu den Strahlungsempfängern (14,16;24,27) gemessen wird.

2. Einrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß mittels eines Rechners (21,31) aus den Impulslaufzeiten die Raumkoordinaten (x,y) des Durchschußpunktes und/oder die Richtung der Längsachse des Geschosses oder Flugkörpers (35,36) im Durchschußpunkt errechnet wird.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2 dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlungsquellen und -empfänger auf einer gemeinsamen Basis mit vorbekannten Abstand (A) voneinander angeordnet sind, wobei die Basis eine Seite der Treffbildscheibe darstellt.

4. Einrichtung nach einem Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß je eine Strahlungsquelle (13,15) und ein Strahlungsempfänger (14,16) zu einer Baueinheit mit gemeinsamer Optik (11,12) zusammengefaßt sind.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, daß als Strahlungsquelle eine impulsgesteuerte Laserdiode verwendet wird.

6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Impulswiederholfrequenz der Strahlungsquelle bzw. -quellen größer als 0,5 MHz ist.

7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Anzahl der reflektierten und empfangenen Strahlungsimpulse die Fluggeschwindigkeit des Geschosses oder des Flugkörpers ermittelt wird.

8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Änderung des Abstandes bei bekannter Kontur die Schiefstellung eines driftenden Geschosses oder Flugkörpers ermittelt wird.

MESSERSCHMITT-BÖLKOW-BLOHM  
GESELLSCHAFT  
MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG  
MÜNCHEN

Ottobrunn, 23.11.1981  
BT01 Mn/le  
9121

Einrichtung zur Bestimmung und Registrierung der Raumkoordinaten eines freifliegenden Geschosses oder Flugkörpers

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Bestimmung und Registrierung der Raumkoordinaten eines freifliegenden Geschosses oder Flugkörpers im Durchschußfeld einer immateriellen Treffbildscheibe mittels eines in der Ebene der Treffbildscheibe angeordneten optoelektronischen Meßsystems, welches mindestens eine das Durchschußfeld von mindestens einer Seite her ausleuchtende Strahlungsquelle und mindestens zwei das Durchschußfeld aus unterschiedlichen Richtungen erfassende Strahlungsempfänger aufweist, die einen vorbekannten Abstand voneinander aufweisen und die die von einem das Durchschußfeld durchfliegenden Geschoss oder Flugkörper reflektierte Strahlung der Strahlungsquelle(n) empfangen.

Eine Einrichtung der oben genannten Art ist beispielsweise aus der DE-OS 26 43 900 bekannt und weist ein Aufnahmesystem auf, welches aus zwei etwa in der Ebene der Treffbildscheibe außerhalb des Durchschußfeldes einander gegenüberliegend angeordnete Winkelmeßeinheiten und wenigstens einer vom Geschoss auslösbarer Beleuchtungseinheit für das Durchschußfeld besteht. Bei derartigen Winkelmeßeinrich-

tungen steigt jedoch der absolute Meßfehler mit der Entfernung des Geschosses von den Winkelmeßeinheiten an. Außerdem bedürfen derartige Winkelmeßeinrichtungen einer aufwendigen Justierung, welche insbesondere für großflächige Durchschußfelder sehr aufwendig ist.

5 Eine andersartige Einrichtung zur Ermittlung von Geschoßtreffbildern ist aus der DE-AS 19 17 138 bekannt und weist im wesentlichen zwei hintereinanderliegende Lichtvorhänge auf, welche jeweils durch bewegte Abtaststrahlen erzeugt werden, wobei jeweils die momentane Schattenbildung eines einen Lichtvorhang durchfliegenden Geschosses ermittelt wird. Die Erzeugung von Lichtvorhängen über Drehspiegel ist jedoch aufgrund der notwendigerweise hohen Drehzahlen und der damit verbundenen extremen mechanischen Belastung des Drehspiegels und dessen Lagerung zeitlich begrenzt. Da weiterhin die Seitenlänge des Durchschußfeldes bei der bekannten Anordnung durch die Durchmesser der zur Anwendung kommenden Hohlspiegel begrenzt ist, ist das Durchschußfeld insgesamt relativ klein.

10 20 Es ist daher Aufgabe der Erfindung eine Einrichtung zur Bestimmung und Registrierung der Raumkoordinaten eines frei-fliegenden Geschosses oder Flugkörpers zu schaffen, welches ohne Verwendung mechanisch bewegter Bauteile ein großflächiges Durchschußfeld mit annähernd gleichbleibender hoher Meßgenauigkeit erfaßt und zudem einfach zu Justieren ist. Diese Aufgabe wird durch eine nach den Patentansprüchen ausgebildete Einrichtung gelöst.

25 Die Ermittlung der Raumkoordinaten des Geschosses oder Flugkörpers im Durchschußfeld durch Impulslaufzeitmessungen, z.B. mittels Laserlicht, ist auch über große Strecken

extrem genau und benötigt keine mechanischen Einrichtungen zur Abtastung des Durchschußfeldes. Darüberhinaus ist eine einfache Selbstjustierung der Anlage möglich, wenn die Laufzeit der direkt von der Strahlungsquelle in die 5 Strahlungsempfänger gelangenden Impulse und damit deren Abstand voneinander gemessen wird.

In den nachfolgend beschriebenen Figuren sind zwei Ausführungsbeispiele zum Erfindungsgegenstand schematisch dargestellt.

10 Es zeigen

Figur 1 eine Einrichtung der oben genannten Art mit zwei auf einer gemeinsamen Basis angeordneten Sende-Empfangseinrichtungen,

15 Figur 2 eine Einrichtung der oben genannten Art mit einer Strahlungsquelle und zwei Strahlungsempfängern welche insgesamt auf einer gemeinsamen Basis angeordnet sind und

20 Figur 3 a und b zwei Diagramme zur Ermittlung der Raumkoordinaten eines punktförmigen Projektiles und eines Projektiles mit einem nicht zu vernachlässigenden Durchmesser.

Die Einrichtung gemäß Figur 1 besteht aus den Optiken 11 und 12, einem jeweiligen Sender-Empfängerkanal 13 und 14, sowie 15 und 16 und einer, den Sende-Empfangskanälen jeweils zugeordneten Pulsform- und Signalauswertungseinheit 25 17 und 18. Als Sender 13 bzw. 15 dienen Laserdioden, mit welchen Laserimpulse mit hoher Flankensteilheit ausgesendet werden können. Als Empfänger 14 bzw. 16 dienen Fotodioden mit entsprechend kurzer Ansprechzeit und hoher Grenzfrequenz. Mit den heutzutage erhältlichen Bauteilen kann 30

ein derartiger Laserentfernungsmesser eine Auflösung bis zu 10 ps entsprechend 1,5 mm aufweisen. Bei großkalibrigen Geschossen bzw. Flugkörpern würde schon eine Auflösung von beispielsweise 6 mm genügen.

5 Ein derartiges Gerät kann schon mit einer Impuls wiederholfrequenz von 1 MHz arbeiten. Hierbei beträgt der zeitliche Abstand der einzelnen Impulse dann 1,us. Bei reflektiertem Licht kann dann ein Entfernungsbereich von 150 m überstrichen werden, ohne daß Mehrdeutigkeit auftritt. Zwei

10 derartige, auf einer gemeinsamen Basis im Abstand von 150 m angeordnete Sende-Empfangseinrichtungen würden dann ein annähernd dreieckiges, gleichschenkliges Durchschußfeld erfassen.

Wird eine größere Fläche gewünscht, dann wird die Impuls wiederholfrequenz entsprechend der allgemeinen Bedingung herabgesetzt:

$$R_{\max} = \frac{150}{f} \quad (\text{m . MHz})$$

mit  $R_{\max}$  = maximale Entfernung in m und  
 $f$  = Wiederholfrequenz in MHz.

20 Entsprechendes lässt sich erreichen, wenn durch unterschiedliche Impulsabstände eine Kennung eingeführt wird.

Zur Erzeugung eines Lichtvorhangs wird der einzelne Laserimpuls quer zur Schußrichtung, z.B. um  $90^\circ$ , auf ein größeres Gesichtsfeld aufgeweitet, wobei jedoch der Strahl in Schußrichtung unverändert schmal bleibt. Dies kann mit bekannten

M

zylindrischen Linsen erreicht werden. Da Laserdioden Lichtquellen äußerst kleiner Flächenausdehnung sind, können diese gut in der gewünschten Ebene eng gebündelt werden, was durch eine entsprechende Optik erreicht werden kann.

Jede der beiden Sendeempfänger 13 und 14 bzw. 15 und 16 mißt nun bei Auftreten eines Reflektionssignals die Laufzeitdifferenz zwischen ausgesendetem (Referenzenpuls) und wiederempfangenem Impuls. Die Laufzeitdifferenz  $t$  ist direkt proportional einer Entfernung bzw. Radius  $R$ :

$$t = R/2 \cdot c \quad (c = \text{Lichtgeschwindigkeit})$$

Durch zwei derartige Laserimpulsquellen lassen sich nun zwei Radien  $R_1$  und  $R_2$  von den entsprechenden Ausgangspunkten mit vorbekanntem Abstand bestimmen. Aus den Radien  $R_1$  und  $R_2$ , sowie der Basislänge  $A$  (Abstand der beiden Laserimpulsquellen) lassen sich dann die Koordinaten  $x$  und  $y$  des Projektils berechnen (siehe Figur 3a).

Hat das Projektil größere Abmessungen, so daß es im Rahmen der Meßgenauigkeiten nicht mehr als punktförmig angesehen werden kann, so sind die entsprechenden Durchmesser für eine exakte Berechnung mit einzubeziehen. Für ein kleines Geschoß bzw. eine punktförmige Reflektionsquelle ergibt sich für die Koordinaten  $x$  und  $y$  aufgrund der gemessenen Entfernungen bzw. Radien  $R_1$  und  $R_2$  die folgende Beziehung:

- 8' - 9. 9121

jz

$$x = \frac{R_1^2 - R_2^2 + A^2}{2A}$$

$$y = R_1^2 - \frac{R_1^2 - R_2^2 + A^2}{2A} - 2$$

Hierbei bedeuten:  $x$  = Abszisse  
 $y$  = Ordinate  
 5  $R_1$  = Radius zu Sende-Empfänger 13,14  
 $R_2$  = Radius zu Sende-Empfänger 15,16  
 $A$  = Abstand der beiden Quellen

Bei nicht vernachlässigbaren Projektildurchmesser  $\emptyset$  muß jeweils zur Entfernung  $R$  noch  $\emptyset/2$  hinzugezählt werden

10 (vergleiche Figur 3 b),

$$R_1 = R'_1 + \emptyset/2$$

$$R_2 = R'_2 + \emptyset/2$$

Bei sich änderndem Projektildurchmesser, z.B. einer Ogive, kann der sich ändernde Durchmesser des Geschosses bei der 15 Auswertung des Ergebnisses zum z.B. die Schiefstellung des Geschosses zum Meßsystem zu erfassen, mitberücksichtigt werden.

Die Ermittlung der Koordinaten geschieht in einem Rechner 21, dem die ausgewerteten Signale aus den Einrichtungen 17 und 18 über eine Ablaufsteuerung 20 und eine

nach dem Umlaufverfahren arbeitende Speichereinrichtung 19 zugeführt werden. Um die gewünschten Messungen von Störungen zu unterscheiden, kann die Ablaufsteuerung 20 extern, z.B. durch eine Lichtschranke, getriggert werden.

- 5 Bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel wird das Durchschußfeld von einer einzigen Strahlungsquelle 21 beleuchtet, welcher zwei Empfänger 24 und 27 zugeordnet sind, die in definierten Abständen voneinander auf einer gemeinsamen Basis angeordnet sind. Der Abstand der
- 10 Empfänger von der Strahlungsquelle kann beispielsweise so gewählt werden, daß die Empfänger 1, us nach Aussenden eines Impulses aufgetastet werden. Der Sender 34 weist eine Optik 22 auf, welche entsprechend der Optik 11 bzw. 12 gemäß Figur 1 ausgebildet ist, deren Aufweitung quer zur
- 15 Schußrichtung jedoch annähernd  $180^{\circ}$  beträgt.

Die Empfänger 24 und 27 erhalten das von einem das Durchschußfeld durchfliegenden Projektil reflektierte sowie das direkt als Referenzstrahlen 32 und 33 von der Strahlungsquelle 34 stammende Laserlicht. Durch je eine einem Empfänger zugeordnete Signalauswertung 25 bzw. 28 wird das direkt vom Sender 34 stammende Signal, sowie das vom Ziel reflektierte Signal ausgenutzt. Dabei wird von einer Ablaufsteuerung 29 jeweils einmal die Signalauswertung 25 und einmal die Signalauswertung 28 aufgetastet. Die Signale werden über einen Umlaufspeicher 30 einem Rechner 31 zugeführt, welcher daraus die jeweiligen Koordinaten nach den bekannten geometrischen Beziehungen, ähnlich den zu Figur 1 sowie Figur 3 a und b beschriebenen, errechnet.

Ist die Länge des Projektils genau bekannt, so gibt die Anzeigeeinrichtung vom Eintritt der Projektilspitze in das Durchschußfeld bis zum Austritt des Heckteils die Geschwindigkeit wieder. Bei einer Wiederholfrequenz von

5 1 MHz (1/<sub>us</sub>) bedeutet dies eine zeitliche Auflösung von einer Mikrosekunde.

Ist die Kontur des Projektils bekannt so kann auch auf Grund der sich ändernden Abstände, eine Schräglage des driftenden Projektils ermittelt werden.

10 Die vorbeschriebenen Einrichtungen können auch verschiedene Splitterschauer registrieren. Voraussetzung dazu ist, daß die Splitter eine bestimmte Mindestgröße, die abhängig von der Impulswiederholfrequenz ist, haben.

- 12 -  
Leerseite

-15-

Nummer:  
Int. Cl.<sup>3</sup>:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

31 48 430  
G 01 S 17/06  
8. Dezember 1981  
16. Juni 1983

19

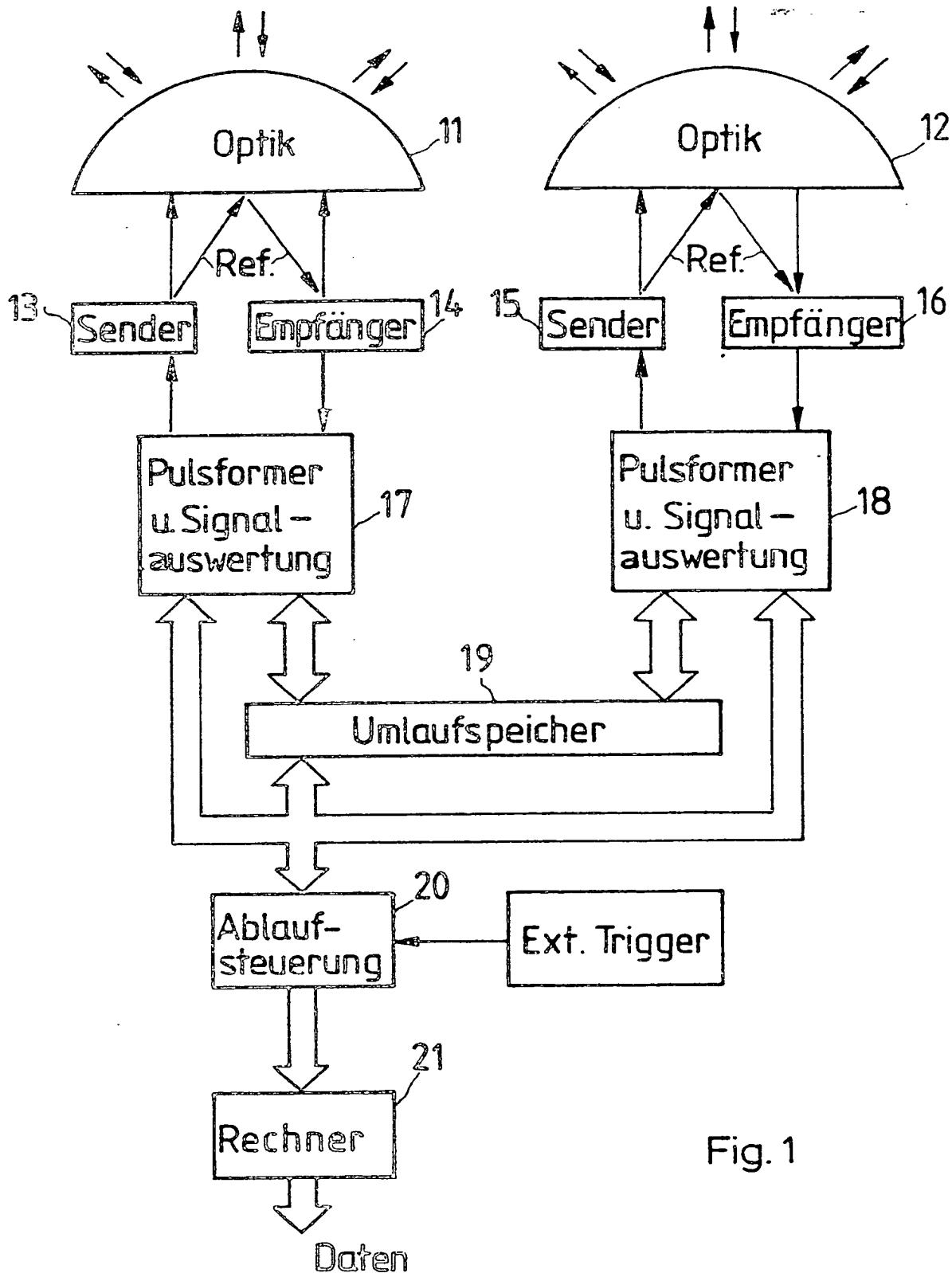


Fig. 1

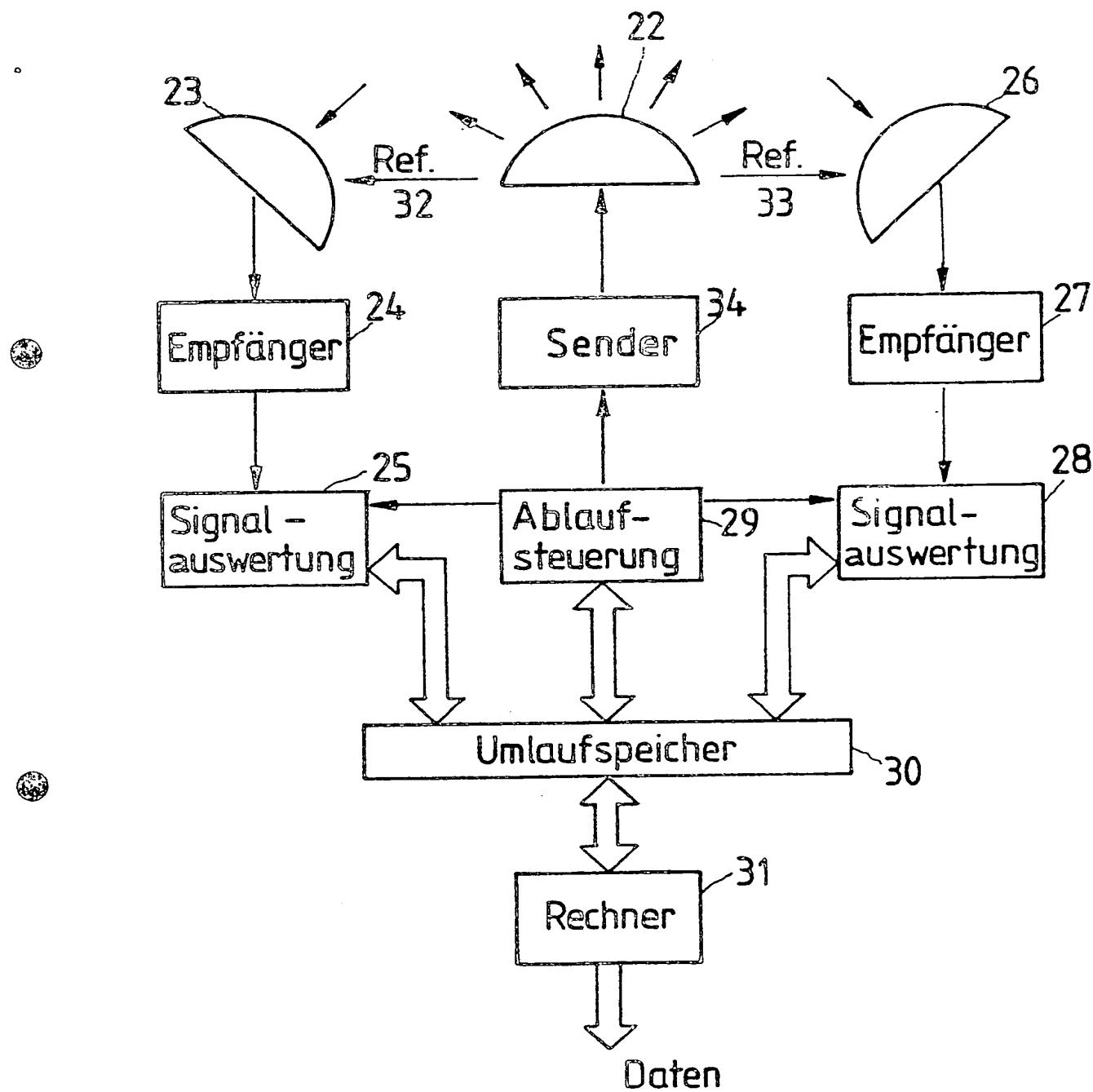


Fig. 2

- 14 -

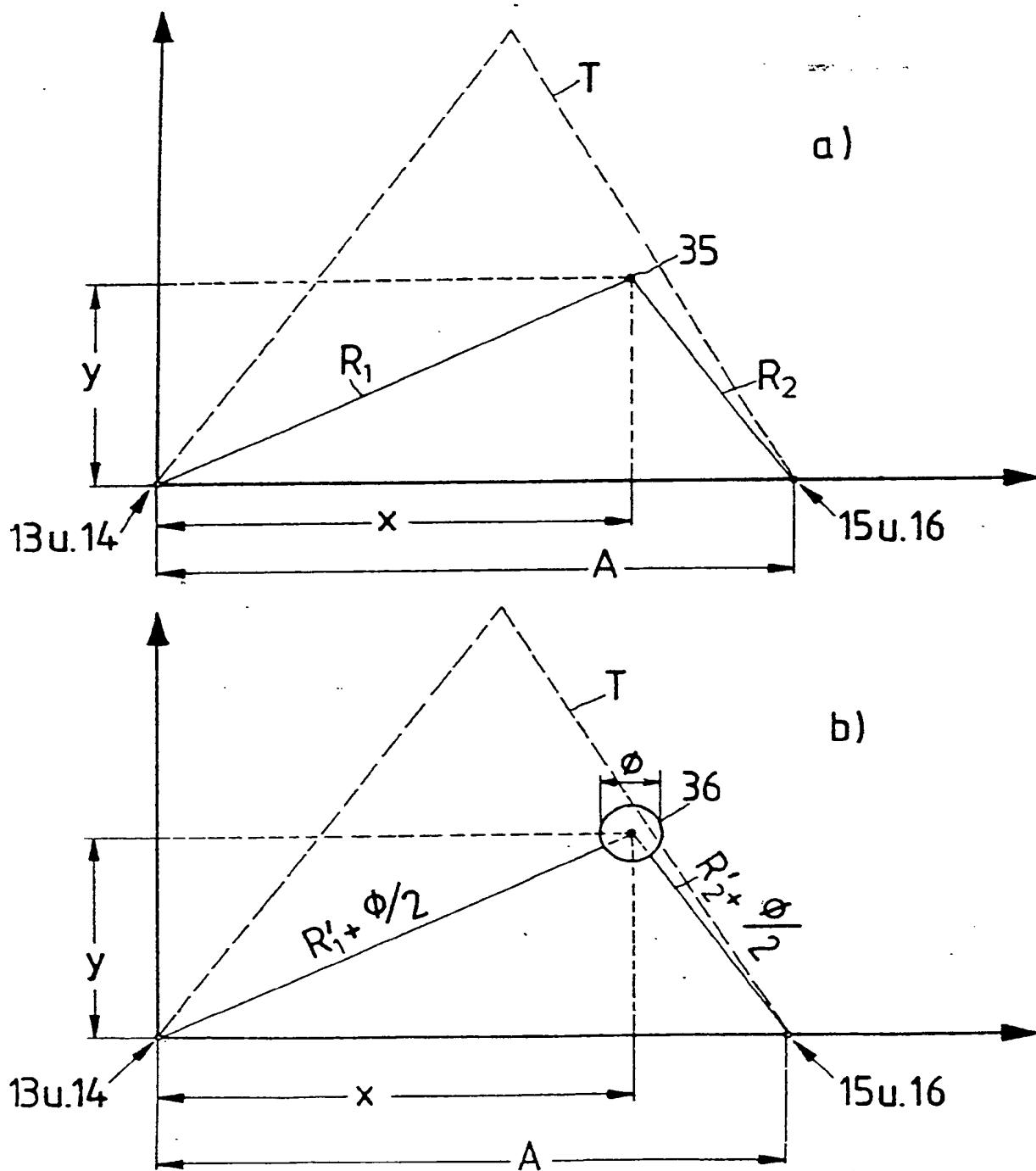


Fig. 3